

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-261080

(43)Date of publication of application : 13.10.1995

(51)Int.Cl.

G02B 15/16

G02B 13/18

(21)Application number : 06-050334

(71)Applicant : FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 22.03.1994

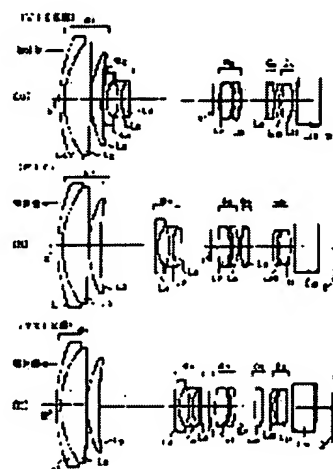
(72)Inventor : YAHAGI SATOSHI

(54) ZOOM LENS SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the angle and zoom ratio of a zoom lens system of five- group constitution while maintaining superior optical performance.

CONSTITUTION: The zoom lens system consists of a 1st lens group G1 with positive refractive power, a 2nd lens group G2 with negative refractive power, a stop, a 3rd lens group G3 with positive refractive power, a 4th lens group G4 with positive refractive power, and a 5th lens group G5 with positive refractive power in order from an object side, and the focal length of the whole system is varied by moving the 2nd lens group G2 in the direction of the optical axis, and the 4th lens group G4 is moved in order to correct an image formation position, and inequalities I and II are satisfied.



$$1.1 < f_{G2}/(f_0 + f_{G2})^{1/2} < 1.3 \quad I$$

$$1.2 < f_{G4}/(f_0 + f_{G4})^{1/2} < 1.8 \quad II$$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3352804

[Date of registration]

20.09.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-261080

(43)公開日 平成7年(1995)10月13日

(51)Int.Cl.⁴

G 0 2 B 15/16

13/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平6-50334

(22)出願日 平成6年(1994)3月22日

(71)出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地

(72)発明者 矢作 智

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士

写真光機株式会社内

(74)代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54)【発明の名称】 ズームレンズ系

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 5群構成のズームレンズ系において、優れた光学性能を維持しつつ、広角化およびズーム比の向上を図る。

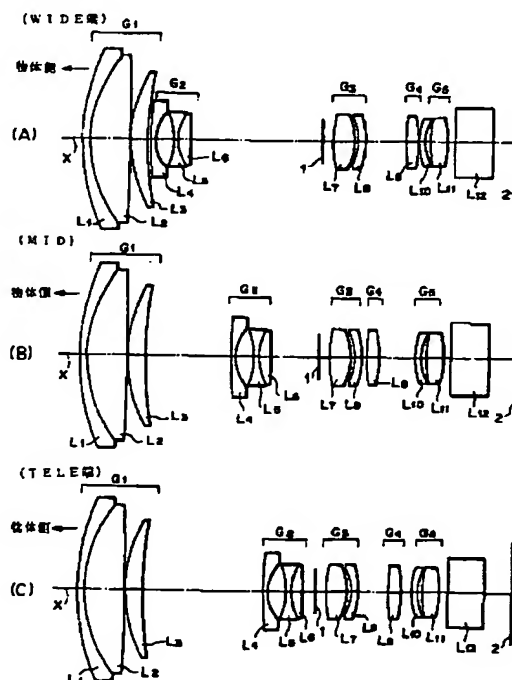
【構成】 物体側より順に正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、絞りと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とからなり、第2レンズ群G2を光軸方向に移動することにより全系の焦点距離を変化させ、第4レンズ群G4を結像位置の補正のために移動させるズームレンズ系であって、以下の条件式(1)、(2)を満足する。

$$1.1 < f_v (c_4 + c_5) / (f_v \cdot f_1)^{1/2} < 1.3$$

(1)

$$1.2 < f_{cs} / (f_v \cdot f_1)^{1/2} < 1.8$$

(2)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、絞りと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とからなり、ズーミング時に前記第1レンズ群G1、前記第3レンズ群G3および前記第5レンズ群G5は固定され、前記第*

$$1.1 < f_v(c4+c5) / (f_v \cdot f_1)^{1/2} < 1.3 \quad (1)$$

$$1.2 < f_{c3} / (f_v \cdot f_1)^{1/2} < 1.8 \quad (2)$$

ただし、 $f_v(c4+c5)$ ；広角端における第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との合成焦点距離
 f_v ；広角端における全系の焦点距離
 f_1 ；望遠端における全系の焦点距離
 f_{c3} ；第3レンズ群G3の焦点距離

【請求項2】 前記第3レンズ群G3を構成するレンズの面のうち、少なくとも1面が非球面により形成されることを特徴とする請求項1記載のズームレンズ系。

【請求項3】 前記第5レンズ群G5が、それぞれ正、負の屈折力を有する2枚のレンズからなることを特徴とする請求項1または2記載のズームレンズ系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はズームレンズ系に関し、詳細にはホームビデオカメラや電子スティルカメラに用いられるズームレンズ系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ビデオカメラにおいては撮像サイズが1/3インチから1/4インチに縮小されつつあり、撮像サイズの小型化にともなってビデオカメラに用いられるズームレンズもレンズ構成の簡素化および構成されるレンズ枚数の削減により小型化が図られている。例えばFナンバーが1.6～1.8、変倍比（ズーム比）が8～10倍のスペックを有するズームレンズにおいては、第1および第3レンズ群が固定され、第2レンズ群および第4レンズ群が可動とされた4群構成のものが多く発表されており、第2レンズ群を光軸方向に移動させることによってズーミングを行い、この第2レンズ群の移動によって生じる結像位置の変動を第4レンズ群を光軸方向に移動させることによって補正している。

【0003】 しかし上述の4群のレンズ構成では、第4レンズ群が広角端（以下、ワイド端またはWIDE端という）側から望遠端（以下、テレ端またはTELE端という）側に移動するときに物体側に凸状の曲線を描くように移動するため、この凸状の頂点付近である中間域では第4レンズ群が第3レンズ群に近接し、像の周辺部に向かう光束が第4レンズ群の光軸から比較的低い位置で射出され、その結果、中間域における収差がワイド端側やテレ端側における収差とは異なる状態となり、ズーム領域の全体に亘って収差の変動を小さくすることが困難

* 2レンズ群G2および前記第4レンズ群G4は可動とされ、

前記第2レンズ群G2を光軸方向に移動することにより全系の焦点距離を変化させ、前記第4レンズ群G4を結像位置の補正のために移動させるズームレンズ系であって、以下の条件式（1）、（2）を満足することを特徴とするズームレンズ系。

となる。

【0004】 特にワイド端側の焦点距離を短くしてより広角化を図る場合、第4レンズ群の屈折力を大きくすることが考えられるが、これは第4レンズ群の移動距離を小さくする効果があるためレンズ全体を小型化することができるという利点があるが、一方、屈折力が大きいため移動することによって収差の変動が一層拡大し、ますますズーム領域の全体に亘る収差補正を困難にする。

【0005】 またズーム比を大きくする場合も上述の広角化を図る場合と同様に、第2レンズ群の移動量が大きくするのに応じて第4レンズ群の移動量も大きくする必要があり、この移動量を大きくするのに伴って収差の変動量も拡大し、ズーム領域の全体に亘る収差補正を困難にする。

【0006】 そこで、特開平5-273466号公報には、5群のレンズ構成を採ることによってズーム領域の全体に亘って収差補正のなされたズームレンズが提案されている。

【0007】 このズームレンズは、正の第1レンズ群、正の第3レンズ群および負の第5レンズ群をそれぞれ固定とし、負の第2レンズ群および正の第4レンズ群を可動とし、第2レンズ群の焦点距離等を所定の範囲内とすることにより、ズーム比8～10倍程度、Fナンバー2.0程度で、かつズーム領域の全体に亘って収差補正がなされ、さらに小型化を図っており、第2、第4レンズ群を移動することによりズーミングを行い、また第4レンズ群を移動することによりフォーカシングを行う構成である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上述の4群構成および5群構成のズームレンズはいずれも、画角で58度程度、ズーム比で10倍程度が最大値であり、より一層の広角化、ズーム比の向上という要望に応えることはできない。

【0009】 本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、広角端側の画角を一層拡大するとともにズーム比を向上し、さらに優れた光学性能を備えたズームレンズ系を提供することを特徴とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明のズームレンズ

3

は、物体側より順に正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、絞りと、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とからなり、ズーム時に第1レンズ群G1、第3レンズ群G3および第5レンズ群G5は固定され、第2レンズ群G2および第4レンズ群G4は可*

$$1.1 < f_v(c_4+c_5) / (f_v \cdot f_1)^{1/2} < 1.3 \quad (1)$$

$$1.2 < f_{c3} / (f_v \cdot f_1)^{1/2} < 1.8 \quad (2)$$

ただし、 $f_v(c_4+c_5)$ ；ワイド端における第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との合成焦点距離

f_v ；ワイド端における全系の焦点距離

f_1 ；テレ端における全系の焦点距離

f_{c3} ；第3レンズ群G3の焦点距離

ここで上記第3レンズ群G3を構成するレンズの面のうち、少なくとも1面を非球面によって形成してもよく、この場合収差補正をより一層向上することができる。

【0012】また第5レンズ群G5は、正の屈折力を有※

$$\nu_+ > 55$$

$$\nu_- < 35$$

【0014】

【作用および発明の効果】上記構成のズームレンズ系によれば、ズーム時に位置が固定の正の屈折力の第5レンズ群を設けたことにより、第4レンズ群の屈折力を強くすることなく広角化を図ることができ、さらにズームによる収差変動を極力抑えつつ、画角で60~70度という広角化と10~12倍のズーム比を得ることができる。

【0015】ここで上記条件式(1)は、ワイド端における画角を広げるために第4レンズ群および第5レンズ群の屈折力の大きさの範囲を規定するものであり、ズーム領域の全体に亘って良好な収差補正を行いつつ広角化を図るうえでの条件式である。

【0016】すなわち条件式(1)の上限を上回ると、ワイド端において画角をさらに広げることができるが、一方で像面が補正過剰となり球面収差とのバランスを図ることが困難となる。逆に条件式(1)の下限を下回ると、収差のバランスは向上するが広角化を実現することができない。

【0017】また条件式(2)は条件式(1)と同様に、ワイド端における画角を広げるために第3レンズ群の屈折力の大きさの範囲を規定するものであり、条件式(2)の上限を上回ると、収差補正の程度は向上するが広角化を実現することができず、一方条件式(2)の下限を下回ると、ワイド端において画角をさらに広げることができるが、このワイド端において像面が物体側に倒れ、また第1レンズ群の外径が大きくなってズームレンズ系全体が大型化するという問題を生じる。

【0018】さらに第3レンズ群を構成するレンズの面のうち少なくとも1面を非球面とすることにより、構成

4

*動とされ、第2レンズ群G2を光軸方向に移動することにより全系の焦点距離を変化させ、第4レンズ群G4を結像位置の補正のために移動させるズームレンズ系であって、以下の条件式(1)、(2)を満足することを特徴とするものである。

【0011】

※するレンズと負の屈折力を有するレンズとにより構成することができ、このように分散の差の大きい材料からなる2つのレンズを用いることにより、ズーム領域の全体に亘る倍率色収差をより容易に補正することができる。このとき正の屈折力を有するレンズのアップ数 ν_+ および負の屈折力を有するレンズのアップ数 ν_- は下記式(3)、(4)を満足するものがより好適である。

【0013】

$$(3)$$

$$(4)$$

されるレンズの枚数を削減することができ、したがってズームレンズ系の全長の短縮およびコストの低減を図ることができる。また特に球面収差を良好に補正することができる。

【0019】さらにまた第5レンズ群G5を、正の屈折力を有するレンズと負の屈折力を有するレンズとから構成することにより、ズーム領域の全体に亘る倍率色収差をより容易に補正することができる。

【0020】

30 【実施例】以下、本発明のズームレンズ系の実施例について図面を用いて説明する。

【0021】図1は、本発明のズームレンズ系の第1~第6の実施例の構成を代表して示す構成図、図2は図1に示したズームレンズ系の(A)ワイド端における各レンズ群の位置関係を示す図、(B)MIDDLE位置における各レンズ群の位置関係を示す図、(C)テレ端における各レンズ群の位置関係を示す図である。

【0022】図示のズームレンズ系は、物体側より順に全体として正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、絞り1と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とからなり、ズーム時に第1レンズ群G1、第3レンズ群G3および第5レンズ群G5は固定され、第2レンズ群G2および第4レンズ群G4は可動とされ、第2レンズ群G2を光軸Xに沿って移動することにより全系の焦点距離fを変化させ、第4レンズ群G4を光軸Xに沿って移動することにより第2レンズ群G2の移動に伴う結像位置の変動を補正するとともにフォーカシングを行うようにしたズームレンズ系であって、以下

の条件式(1), (2)を満足する構成である。

* * [0023]

$$1.1 < f_{v(G4+G5)} / (f_v \cdot f_t)^{1/2} < 1.3 \quad (1)$$

$$1.2 < f_{G3} / (f_v \cdot f_t)^{1/2} < 1.8 \quad (2)$$

ただし、 $f_{v(G4+G5)}$; ワイド端における第4レンズ群G

※れている。

4と第5レンズ群G5との合成焦点距離

f_v ; ワイド端における全系の焦点距離

f_t ; テレ端における全系の焦点距離

f_{G3} ; 第3レンズ群G3の焦点距離

さらに詳しくは、第1レンズ群G1はレンズ $L_1 \sim L_3$

から、第2レンズ群G2はレンズ $L_4 \sim L_6$ から、第3

10 レンズ群G3は前面(物体側の面)が非球面状に形成さ

れたレンズ L_7 とレンズ L_8 から、第4レンズ群G4は

単レンズ L_9 から、第5レンズ群G5は正の屈折力を有

するレンズ L_{10} と負の屈折力を有するレンズ L_{11} から構

成されている。

【0024】また第5レンズ群G5と結像面2の間に
は、赤外光をカットするローパスフィルタ L_{12} が備えら※

$$Z = CY^2 / \{1 + (1 - KC^2 Y^2)^{1/2}\} \\ + A_2 Y^2 + A_3 Y^4 + A_4 Y^6 + A_5 Y^8 + A_6 Y^{10} \quad (5)$$

ただし、Z; 光軸からの高さYの非球面上の点より、非
球面頂点の接平面(光軸に垂直な平面)に下ろした垂線
の長さ(mm)

C; 非球面の近軸曲率

Y; 光軸からの高さ(mm)

K; 離心率

$A_2 \sim A_6$; 第2, 4, 6, 8, 10次の非球面定数

また表の下段には全系の焦点距離f、Fナンバー

($F_{\#0}$)、画角 2ω 、上式(5)に示される非球面の各
定数C, K, $A_2 \sim A_6$ および式(1)における[f

【0025】以下、各実施例について詳述する。

【0026】表1に第1の実施例にかかるズームレンズ
系の各レンズ面の曲率半径r(mm)、各レンズの中心厚お
よび各レンズ間の空気間隔(以下、これらを総称して軸
上面間隔という)d(mm)、各レンズのD線における屈折
率 N_d およびアッベ数 ν_d の値を示す。

【0027】なお表中の左端の数字は物体側からの順番
を表すものである。また曲率半径rの欄において「非球
面」とあるのは、下記式(5)により算出される非球面
形状であることを意味するものである(以下に示す表
3, 5, 7, 9, 11についても同じ)。

【0028】

20 $f_{v(G4+G5)} / (f_v \cdot f_t)^{1/2}$]の値、式(2)におけ
る $[f_{G3} / (f_v \cdot f_t)^{1/2}]$ の値を示す。

【0029】さらに表1中の軸上面間隔dの欄における
「可変A」, 「可変B」, 「可変C」, 「可変D」のワ
イド端(焦点距離 $f_v = 3.5$)、ミドル位置(焦点距離
 $f_s = 15.59$)、テレ端(焦点距離 $f_t = 40.69$)での
軸上面間隔dの各値を表2に示す。

【0030】

【表1】

	r	d	N _d	v _d
1	33.2254	0.9150	1.84868	23.8
2	19.7125	5.5240	1.63854	55.5
3	-421.9114	0.0675		
4	20.7000	2.3537	1.63854	55.5
5	59.6572	可変A		
6	74.0044	0.6150	1.72000	50.3
7	5.8566	2.4975		
8	-9.5886	0.5925	1.72000	50.3
9	6.7500	1.6575	1.80518	25.5
10	965.4929	可変B		
11	絞り	1.4325		
12	非球面	3.0000	1.58913	61.2
13	-9.1967	0.3825		
14	-7.6293	1.0125	1.84666	23.8
15	-12.6911	可変C		
16	38.3474	1.7175	1.62041	60.3
17	-21.1077	可変D		
18	10.6083	0.8025	1.80518	25.5
19	6.5606	0.6075		
20	10.8495	2.4150	1.51633	64.1
21	-19.9287	1.0000		
22	∞	5.0000	1.51633	64.1
23	∞			

$$f = 3.50 \sim 40.68$$

$$F_{\infty} = 1.81 \sim 1.92$$

$$2\omega = 69.9 \sim 5.9$$

$$f_{\infty} / (f_{\infty} \cdot f_1)^{1/2} = 1.17$$

$$f_{03} / (f_{\infty} \cdot f_1)^{1/2} = 1.51$$

$$C = 0.059863$$

$$A_2 = 5.7276798 \times 10^{-8}$$

$$A_3 = -2.6450717 \times 10^{-7}$$

$$A_4 = 5.86211 \times 10^{-8}$$

$$A_5 = 3.1308519 \times 10^{-13}$$

$$K = -3.7674274$$

【0031】

* * 【表2】

	d ₅ (可変A)	d ₁₀ (可変B)	d ₁₅ (可変C)	d ₁₇ (可変D)
ワイド端 f _∞	0.3380	27.6630	5.4620	0.1030
ミドル位置 f ₀	11.5880	6.4130	0.6580	4.9060
テレ端 f ₁	16.3380	1.6630	4.0570	1.5070

【0032】図3は上記第1の実施例のズームレンズ系の(a)ワイド端、(b)ミドル位置、(c)テレ端における諸収差を示す収差図である。この図3から明らかなように、本実施例のズームレンズ系によればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされたとともに、広角化(2ω=69.9度)、高ズーム比(11.6倍)を得ることができる。

【0033】表3に第2の実施例にかかるズームレンズ系の各レンズ面の曲率半径r(mm)、軸上面間隔d(mm)、各レンズのD線における屈折率N_dおよびアッペ数ν_dの値を示す。

【0034】また表の下段には全系の焦点距離f、Fナンバー(F_∞)、面角2ω、上式(5)に示される非球面の各定数C、K、A₂～A₅および式(1)における[f_∞/(f_∞·f₁)^{1/2}]の値、式(2)における[f₀₃/(f_∞·f₁)^{1/2}]の値を示す。

【0035】さらに表3中の軸上面間隔dの欄における「可変A」、「可変B」、「可変C」、「可変D」のワイド端(焦点距離f_∞=3.31)、ミドル位置(焦点距離f₀=14.17)、テレ端(焦点距離f₁=36.94)での軸上面間隔dの各値を表4に示す。

50 【0036】

【表3】

	r	d	N _d	v _d
1	34.2901	0.9150	1.84666	23.8
2	18.0535	5.6605	1.63854	55.5
3	-420.7228	0.0675		
4	19.7702	2.1199	1.63854	55.5
5	82.5320	可変A		
6	112.7805	0.6150	1.72000	50.3
7	5.5515	2.4975		
8	-11.1398	0.5925	1.72000	50.3
9	6.7500	1.6575	1.80518	25.5
10	92.0808	可変B		
11	絞り	1.4325		
12	非球面	3.0000	1.58913	61.2
13	-9.1510	0.3825		
14	-7.9637	1.0125	1.84666	23.8
15	-13.9909	可変C		
16	56.5500	1.7175	1.62041	60.3
17	-20.8837	可変D		
18	9.5746	0.8025	1.80518	25.5
19	6.3503	0.6025		
20	10.5494	2.4150	1.51633	64.1
21	-17.2019	1.0000		
22	∞	5.0000	1.51633	64.1
23	∞			

$$f = 3.31 \sim 36.94$$

$$F_{\#0} = 1.86 \sim 2.01$$

$$2\omega = 71.1 \sim 6.5$$

$$f_{\omega(64+65)} / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.24$$

$$f_{03} / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.71$$

$$C = 0.057542$$

$$A_2 = 3.0073040 \times 10^{-5}$$

$$A_3 = -2.7391342 \times 10^{-7}$$

$$A_4 = 5.8599429 \times 10^{-9}$$

$$A_5 = 3.1263806 \times 10^{-13}$$

$$K = -3.7799032$$

【0037】

* * 【表4】

	d _s (可変A)	d ₁₀ (可変B)	d ₁₅ (可変C)	d ₁₇ (可変D)
ワイド端 f _w	0.3380	17.6630	6.9060	0.1050
ミドル位置 f _m	10.8380	7.1630	0.9810	6.0290
テレ端 f _t	15.3380	2.6630	4.4790	2.5310

【0038】図4は上記第2の実施例のズームレンズ系の(a)ワイド端、(b)ミドル位置、(c)テレ端における諸収差を示す収差図である。この図4から明らかに、本実施例のズームレンズ系によればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされるとともに、広角化(2ω=71.1度)、高ズーム比(11.2倍)を得ることができる。

【0039】表5に第3の実施例にかかるズームレンズ系の各レンズ面の曲率半径r(mm)、軸上面間隔d(mm)、各レンズのD線における屈折率N_dおよびアッペ数ν_d

の値を示す。

【0040】また表の下段には全系の焦点距離f、Fナンバー(F_{#0})、画角2ω、上式(5)に示される非球面の各定数C、K、A₂～A₅および式(1)における $[f_{\omega(64+65)} / (f_w \cdot f_t)^{1/2}]$ の値、式(2)における $[f_{03} / (f_w \cdot f_t)^{1/2}]$ の値を示す。

【0041】さらに表5中の軸上面間隔dの欄における「可変A」、「可変B」、「可変C」、「可変D」のワイド端(焦点距離f_w=3.51)、ミドル位置(焦点距離f_m=14.7)、テレ端(焦点距離f_t=38.46)での軸

上面間隔dの各値を表6に示す。

*【表5】

【0042】

*

	r	d	N _d	v _d
1	34.7507	0.9150	1.84666	23.8
2	18.7187	5.4124	1.63854	55.5
3	-1066.4569	0.0675		
4	19.2556	2.5985	1.63854	55.5
5	76.3671	可変A		
6	101.5753	0.6150	1.72000	50.3
7	5.7721	2.4975		
8	-9.8890	0.5925	1.72000	50.3
9	6.7500	1.6575	1.80518	25.5
10	449.6841	可変B		
11	絞り	1.4325		
12	非球面	3.0000	1.58913	61.2
13	-9.2595	0.3825		
14	-7.6878	1.0125	1.84666	23.8
15	-12.7236	可変C		
16	43.2117	1.7175	1.62041	60.3
17	-21.8256	可変D		
18	10.7237	0.8025	1.80518	25.5
19	6.6645	0.6025		
20	11.1632	2.4150	1.51633	64.1
21	-19.4790	1.0000		
22	∞	5.0000	1.51633	64.1
23	∞			

$$f = 3.51 \sim 38.46$$

$$F_{No} = 1.83 \sim 1.88$$

$$2\omega = 70.1 \sim 6.3$$

$$f_w (c_4 + c_5) / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.24$$

$$f_{o3} / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.51$$

$$C = 0.062335$$

$$A_2 = 6.0951726 \times 10^{-6}$$

$$A_3 = -2.6395884 \times 10^{-7}$$

$$A_4 = 5.8622639 \times 10^{-8}$$

$$A_5 = 3.1312991 \times 10^{-13}$$

$$K = -3.7655239$$

【0043】

※ ※【表6】

	d ₅ (可変A)	d ₁₀ (可変B)	d ₁₅ (可変C)	d ₁₇ (可変D)
ワイド端 f _w	0.3380	17.6630	5.0870	0.1030
ミドル位置 f _m	10.8380	7.1630	0.6650	4.5260
テレ端 f _t	15.3380	2.6630	4.3110	0.8790

【0044】図5は上記第3の実施例のズームレンズ系の (a) ワイド端, (b) ミドル位置, (c) テレ端における諸収差を示す収差図である。この図5から明らかなように、本実施例のズームレンズ系によればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされるとともに、広角化 (2ω=70.1度)、高ズーム比 (11.0倍) を得ることができる。

【0045】表7に第4の実施例にかかるズームレンズ系の各レンズ面の曲率半径 r (mm)、軸上面間隔 d (mm)、

各レンズのD線における屈折率 N_d およびアッペ数 v_d の値を示す。

【0046】また表の下段には全系の焦点距離 f、Fナンバー (F_{No})、画角 2ω、上式 (5) に示される非球面の各定数 C, K, A₂ ~ A₅ および式 (1) における $[f_w (c_4 + c_5) / (f_w \cdot f_t)^{1/2}]$ の値、式 (2) における $[f_{o3} / (f_w \cdot f_t)^{1/2}]$ の値を示す。

【0047】さらに表7中の軸上面間隔 d の欄における「可変A」、「可変B」、「可変C」、「可変D」のワ

イド端（焦点距離 $f_w = 3.81$ ），ミドル位置（焦点距離 $f_m = 16.17$ ），テレ端（焦点距離 $f_t = 41.43$ ）での軸上面間隔 d の各値を表8に示す。

*

	r	d	N_d	v_d
1	33.1131	0.9150	1.84666	23.8
2	19.0845	5.3875	1.63854	55.5
3	∞	0.2000		
4	19.9846	3.2075	1.63854	55.5
5	68.3603	可変A		
6	87.8839	0.6150	1.72000	50.3
7	5.8802	2.4975		
8	-10.1864	0.5925	1.72000	50.3
9	6.7500	1.6575	1.80518	25.5
10	260.5489	可変B		
11	絞り	1.0000		
12	非球面	3.0000	1.58913	61.2
13	-9.8073	0.3825		
14	-7.9199	1.0125	1.84666	23.8
15	-12.7164	可変C		
16	40.7523	1.7175	1.62041	60.3
17	-19.4613	可変D		
18	10.6597	0.8025	1.80518	25.5
19	6.6582	0.6025		
20	12.4254	2.4150	1.51633	64.1
21	-20.7265	1.0000		
22	∞	5.0000	1.51633	64.1
23	∞			

$$f = 3.81 \sim 41.43$$

$$F_{\#0} = 1.84 \sim 1.84$$

$$2\omega = 64.5 \sim 5.8$$

$$f_w (64+0.5) / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.22$$

$$f_{0.5} / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.36$$

$$C = 0.065453$$

$$A_2 = 3.331923 \times 10^{-5}$$

$$A_3 = -2.6663884 \times 10^{-7}$$

$$A_4 = 5.8622983 \times 10^{-9}$$

$$A_5 = 3.1321873 \times 10^{-13}$$

$$K = -3.7807076$$

【0049】

※ ※ 【表8】

	d_s (可変A)	d_{10} (可変B)	d_{13} (可変C)	d_{17} (可変D)
ワイド端 f_w	0.5000	11.0000	4.2080	0.1030
ミドル位置 f_m	11.0000	6.5000	0.3930	3.9130
テレ端 f_t	15.5000	2.0000	4.4070	0.1000

【0050】図6は上記第4の実施例のズームレンズ系の (a) ワイド端、(b) ミドル位置、(c) テレ端における諸収差を示す収差図である。この図6から明らかに、本実施例のズームレンズ系によればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされたとともに、広角化 ($2\omega = 64.5$ 度)、高ズーム比 (10.9倍) を得ることができる。

【0051】表9に第5の実施例にかかるズームレンズ

系の各レンズ面の曲率半径 r (mm)、軸上面間隔 d (mm)、各レンズのD線における屈折率 N_d 、およびアッベ数 v_d の値を示す。

【0052】また表の下段には全系の焦点距離 f 、Fナンバー ($F_{\#0}$)、画角 2ω 、上式 (5) に示される非球面の各定数 C , K , $A_2 \sim A_5$ および式 (1) における $[f_w (64+0.5) / (f_w \cdot f_t)^{1/2}]$ の値、式 (2) における $[f_{0.5} / (f_w \cdot f_t)^{1/2}]$ の値を示す。

【0053】さらに表9中の軸上面間隔dの欄における「可変A」,「可変B」,「可変C」,「可変D」のワイド端（焦点距離 $f_w=4.0$ ）,ミドル位置（焦点距離 $f_m=17.03$ ）,テレ端（焦点距離 $f_t=43.67$ ）での*

*軸上面間隔dの各値を表10に示す。

【0054】

【表9】

	r	d	N_d	v_d
1	32.6520	0.9150	1.84666	23.8
2	19.4208	6.0414	1.63854	55.5
3	-1248.3624	0.2000		
4	20.9805	3.6357	1.63854	55.5
5	63.6048	可変A		
6	80.1773	0.6150	1.72000	50.3
7	6.1184	2.4975		
8	-10.0708	0.5925	1.72000	50.3
9	6.7500	2.0000	1.80518	25.5
10	98.2335	可変B		
11	絞り	1.0000		
12	非球面	3.0000	1.58913	61.2
13	-9.6723	0.3825		
14	-8.1067	1.0125	1.84666	23.8
15	-12.8794	可変C		
16	43.7890	1.7175	1.62041	60.3
17	-21.5495	可変D		
18	10.7743	0.8025	1.80518	25.5
19	6.6873	0.6025		
20	12.2002	2.4150	1.51633	64.1
21	-19.2098	1.0000		
22	∞	5.0000	1.51633	64.1
23	∞			

$$f = 4.0 \sim 43.67$$

$$F_{\#0} = 1.84 \sim 1.86$$

$$2\omega = 61.5 \sim 5.5$$

$$f_w(0.4+0.5) / (f_w - f_t)^{1/2} = 1.15$$

$$f_{0.5} / (f_w - f_t)^{1/2} = 1.26$$

$$C = 0.064733$$

$$A_2 = 2.218015 \times 10^{-6}$$

$$A_3 = -2.6421953 \times 10^{-7}$$

$$A_4 = 5.8634288 \times 10^{-8}$$

$$A_5 = 3.1351325 \times 10^{-13}$$

$$K = -3.7910103$$

【0055】

※ ※ 【表10】

	d_5 (可変A)	d_{10} (可変B)	d_{15} (可変C)	d_{17} (可変D)
ワイド端 f_w	0.5000	17.0000	5.1030	0.1060
ミドル位置 f_m	11.0000	6.5000	0.5710	4.6380
テレ端 f_t	15.5000	2.0000	4.7200	0.4890

【0056】図7は上記第5の実施例のズームレンズ系の(a)ワイド端, (b)ミドル位置, (c)テレ端における諸収差を示す収差図である。この図7から明らかなように、本実施例のズームレンズ系によればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされるとともに、広角化($2\omega=61.5$ 度)、高ズーム比(10.9倍)を得ることができる。

【0057】表11に第6の実施例にかかるズームレンズ系の各レンズ面の曲率半径r(mm)、軸上面間隔d(mm)、各レンズのD線における屈折率 N_d およびアッベ数 v_d の値を示す。

【0058】また表の下段には全系の焦点距離f、Fナンバー($F_{\#0}$)、画角 2ω 、上式(5)に示される非球面の各定数C, K, $A_2 \sim A_5$ および式(1)における

$[f_w / (G4 + G5) / (f_w \cdot f_t)^{1/2}]$ の値、式(2)における $[f_{03} / (f_w \cdot f_t)^{1/2}]$ の値を示す。

【0059】さらに表11中の軸上面間隔dの欄における「可変A」、「可変B」、「可変C」、「可変D」のワイド端（焦点距離 $f_w = 3.5$ ）、ミドル位置（焦点距離*

* $f_m = 15.59$ ）、テレ端（焦点距離 $f_t = 40.76$ ）での軸上面間隔dの各値を表12に示す。

【0060】

【表11】

	r	d	N_d	v_d
1	34.6363	0.9150	1.84666	23.8
2	19.6247	5.3190	1.63854	55.5
3	-458.2127	0.0675		
4	20.4716	2.4687	1.63854	55.5
5	66.4406	可変A		
6	84.7363	0.6150	1.72000	50.3
7	5.8535	2.4976		
8	-9.7078	0.5925	1.72000	50.3
9	6.7500	1.6575	1.80518	25.5
10	3811.8043	可変B		
11		1.4325		
12	非球面	3.0000	1.58913	61.2
13	-9.1847	0.3825		
14	-7.6104	1.0125	1.84666	23.8
15	-12.8442	可変C		
16	37.4579	1.7175	1.62041	60.3
17	-20.7303	可変D		
18	10.6997	0.8025	1.80810	33.3
19	6.5660	0.6075		
20	10.9574	2.4150	1.51823	59.0
21	-20.0065	1.0000		
22	∞	5.0000	1.51633	64.1
23	∞			

$$f = 3.50 \sim 40.76$$

$$F_{ND} = 1.82 \sim 1.92$$

$$2\omega = 69.9 \sim 5.9$$

$$f_w / (G4 + G5) / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.29$$

$$f_{03} / (f_w \cdot f_t)^{1/2} = 1.52$$

$$C = 0.060381$$

$$A_z = 5.6962640 \times 10^{-3}$$

$$A_s = -2.6435267 \times 10^{-7}$$

$$A_k = 5.88219 \times 10^{-8}$$

$$A_5 = 3.1310915 \times 10^{-13}$$

$$K = -3.7676626$$

【0061】

※ ※ 【表12】

	d_s (可変A)	d_{10} (可変B)	d_{15} (可変C)	d_{17} (可変D)
ワイド端 f_w	0.3380	17.6630	5.3790	0.1020
ミドル位置 f_m	11.5880	6.4130	0.7410	4.7400
テレ端 f_t	16.3380	1.6630	4.3230	1.1580

【0062】図8は上記第6の実施例のズームレンズ系の(a)ワイド端、(b)ミドル位置、(c)テレ端における諸収差を示す収差図である。この図8から明らかに、本実施例のズームレンズ系によればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされたとともに、広角化 ($2\omega = 69.9$ 度)、高ズーム比 (11.6倍) を得る

ことができる。

【0063】なお上記本発明のズームレンズの実施例において、本文中に記載した画角 2ω の値と収差図に示した ω の値を2倍した数値との間で下1桁目の数値が異なるものがあるが、これは有効数字を合わせたことによって生じた丸め誤差である。

19

【0064】また本発明のズームレンズ系は上記各実施例のレンズ構成に限るものではなく、上記条件式(1)、(2)を満足する範囲内で種々の態様を探ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係るズームレンズ系の構成を示す構成図

【図2】図1に示したズームレンズ系の(A)ワイド端における各レンズ群の位置関係を示す図、(B)MIDDLE位置における各レンズ群の位置関係を示す図、(C)テレ端における各レンズ群の位置関係を示す図

【図3】第1の実施例のズームレンズ系の(a)ワイド端、(b)ミドル位置、(c)テレ端における諸収差を示す収差図

【図4】第2の実施例のズームレンズ系の(a)ワイド端、(b)ミドル位置、(c)テレ端における諸収差を示す収差図

【図5】第3の実施例のズームレンズ系の(a)ワイド

20

端、(b)ミドル位置、(c)テレ端における諸収差を示す収差図

【図6】第4の実施例のズームレンズ系の(a)ワイド端、(b)ミドル位置、(c)テレ端における諸収差を示す収差図

【図7】第5の実施例のズームレンズ系の(a)ワイド端、(b)ミドル位置、(c)テレ端における諸収差を示す収差図

【図8】第6の実施例のズームレンズ系の(a)ワイド端、(b)ミドル位置、(c)テレ端における諸収差を示す収差図

【符号の説明】

1 絞り

2 結像面

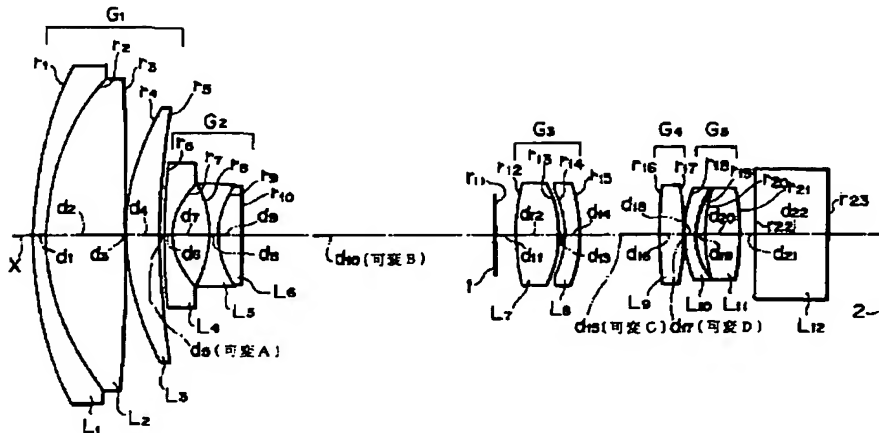
$L_1 \sim L_{11}$ レンズ

L_{12} ローパスフィルタ

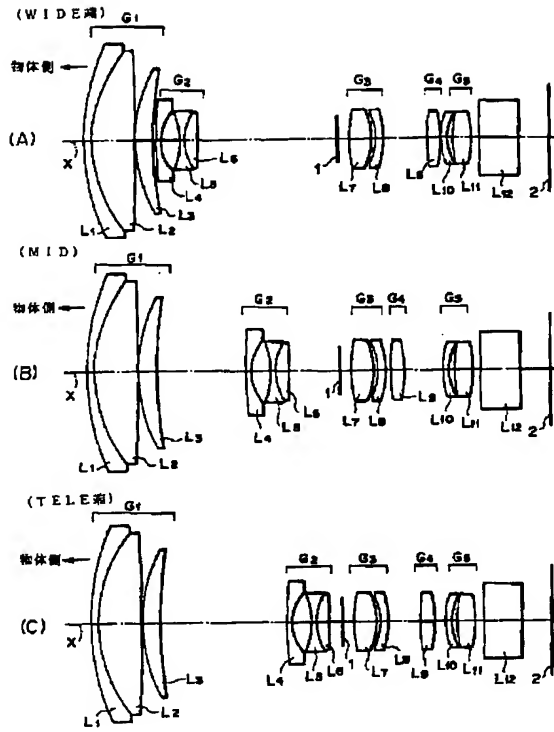
$G_1 \sim G_5$ レンズ群

X 光軸

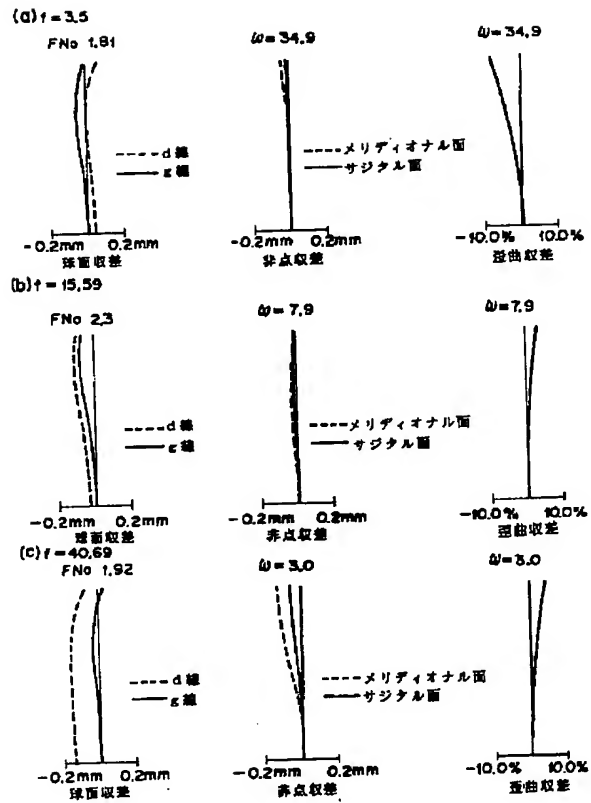
【図1】



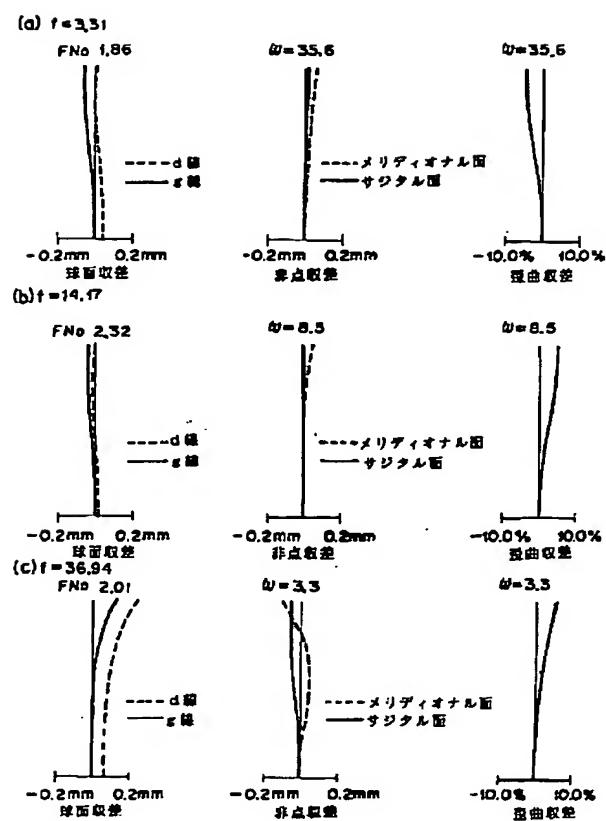
【図2】



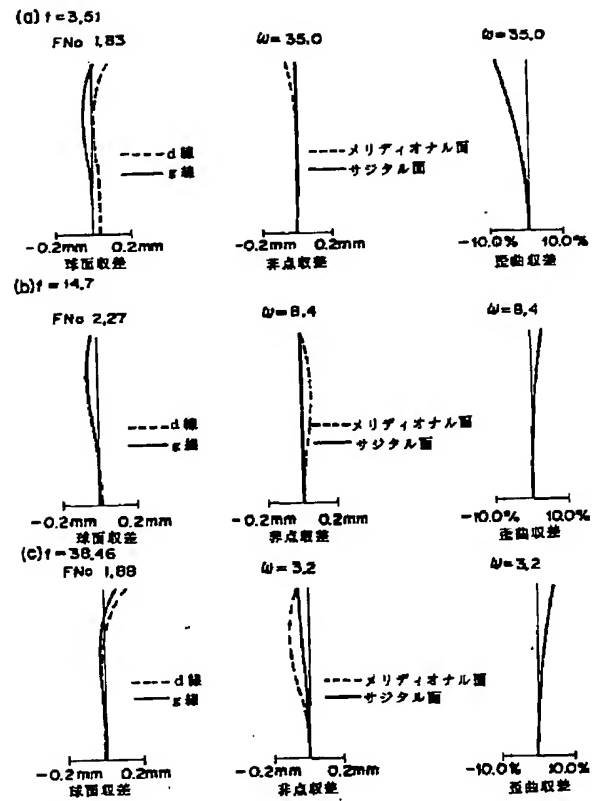
【図3】



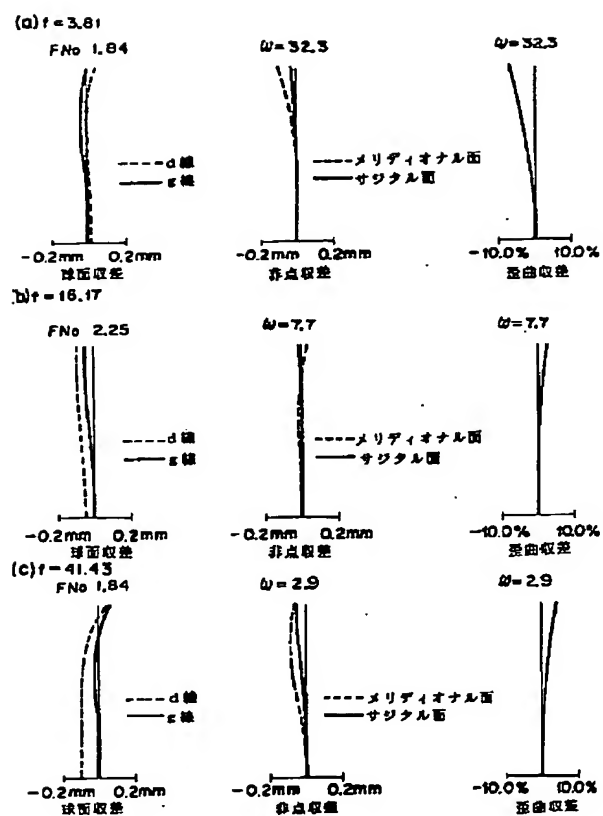
【図4】



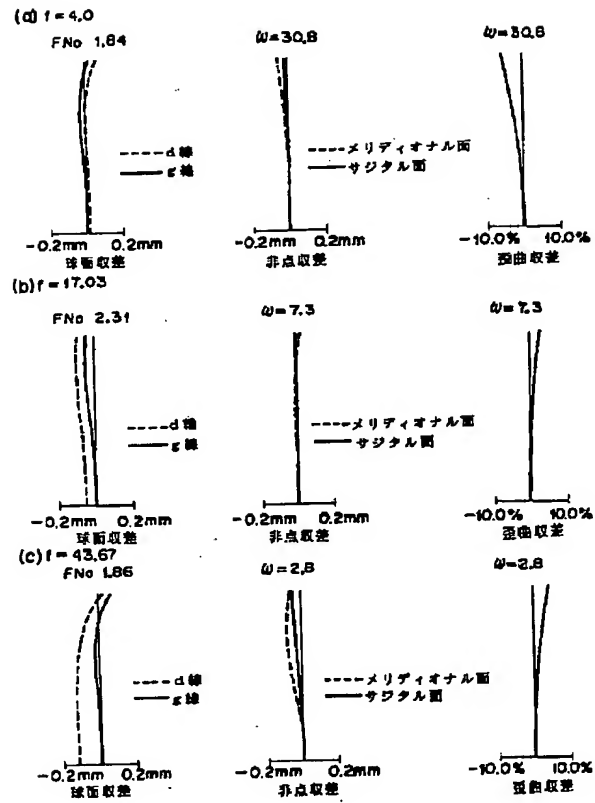
【図5】



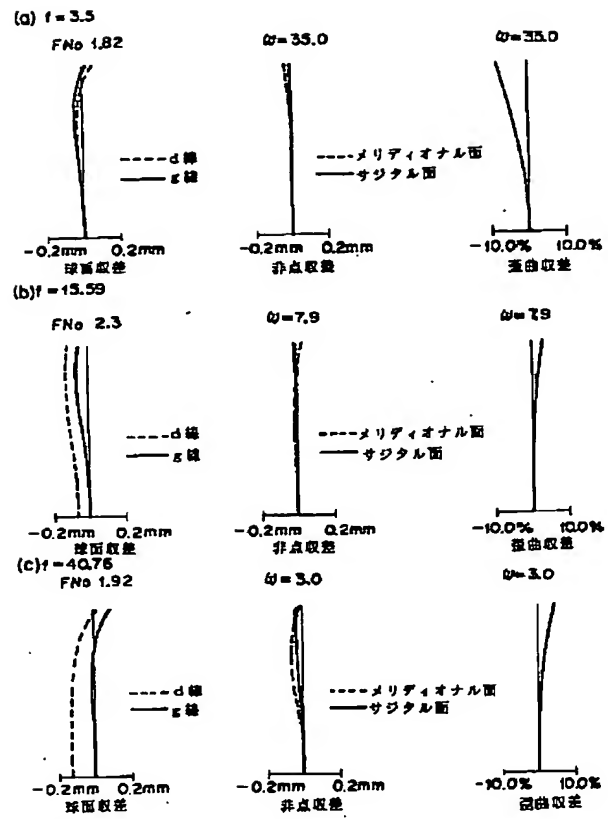
【図6】



【図7】



【図8】



THIS PAGE BLANK (USPTO)